

CARTOGRAFIA E EVOLUÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE LUCENA, BRASIL

Valeriano Carneiro de Lima SILVA¹
Eduardo Rodrigues Viana de LIMA²
Richarde Marques da SILVA³

Resumo: O Município de Lucena está localizado na porção norte do litoral do Estado da Paraíba, e vem sofrendo com um desordenado processo de uso e ocupação do solo. O objetivo deste trabalho foi analisar as perdas das áreas de vegetação no Município de Lucena entre 1970 e 2005. Para essa análise foram produzidos mapas de uso e cobertura do solo, aplicação de índices de ecologia da paisagem para o período estudado. Os seguintes índices de ecologia da paisagem foram determinados: CA, PLAND, NP, LPI, AREA-MN, SHAPE-MN, ENN-MN, PD. Com base nos mapas de uso e cobertura do solo e nos índices, pode-se constatar que houve mudanças na paisagem, como uma grande fragmentação das áreas de matas em detrimento de culturas, principalmente a de cana-de-açúcar. As alterações observadas demonstram que houve uma notável perda de biodiversidade no município de Lucena no período entre 1970 e 2005. Conclui-se que os índices de ecologia da paisagem, quando avaliados conjuntamente, permitiram a análise da estrutura florestal da bacia de maneira satisfatória. A região teve sua cobertura florestal fragmentada e que essa fragmentação foi mais intensa nas áreas de matas no período entre 1970 e 2005.

Palavras-chaves: Geoprocessamento, Cobertura vegetal, Ecologia da Paisagem.

Abstract: Lucena county is located in the coast zone of Paraíba State, Brazil, and presents a disorderly process of land use and occupation. The goal of this study is to perform the forest loss in this area between 1970 and 2005. The analysis was based on land use and land cover maps produced by digital processing techniques using satellites images, and landscape ecology indices determined for the study area.... The following indexes were determined: CA, PLAND, NP, LPI, AREA-MN, SHAPE-MN, ENN-MN, PD. They were based on land use and land cover maps and those indices one can assert that: can be detected changes in the landscape, with landscape highly, especially the natural forest vegetation by crops, mainly sugar-cane. The observed changes showed loss of biodiversity in Lucena between 1970 and 2005. The main goals of this paper were: the use of landscape indices makes it possible to analyze the landscape structure of Lucena County. The native forest was highly fragmented, mainly in the west part; the fragmentation affects more the native forests than the others uses in Lucena. The forest fragmentation is related with inadequate process of land occupation in area between 1970 and 2005.

Keywords: Geoprocessing, Vegetation cover, Landscape Ecology.

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental/ Universidade Federal da Paraíba, Bolsista Capes, caju_ufpb@hotmail.com.

² Departamento de Geociências/Universidade Federal da Paraíba, eduvianalima@gmail.com.

³ Departamento de Geociências/Universidade Federal da Paraíba, richarde@geociencias.ufpb.br.

INTRODUÇÃO

A ecologia da paisagem é uma área do conhecimento recente da Ecologia e da Geografia. As principais abordagens da Ecologia da Paisagem são: abordagem geográfica que tem como enfoque a ação do homem sobre a paisagem e a administração do território; e abordagem ecológica, que direciona suas atenções para a importância das interações em termos de conservação biológica.

As definições da Ecologia da Paisagem variam em função da abordagem (geográfica ou ecológica) e dos autores. A ecologia da paisagem é entendida como o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos (FORMAN e GORDON, 1986); a investigação da estrutura e funcionamento de ecossistemas na escala da paisagem. Uma área de conhecimento que dá ênfase às escalas espaciais amplas e aos efeitos ecológicos do padrão de distribuição espacial dos ecossistemas (TURNER, 1989); uma forma de considerar a heterogeneidade ambiental em termos espacialmente explícitos (WIENS et al., 1993); uma área do conhecimento que considera o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, as interações e trocas espaciais e temporais através de paisagens heterogêneas, as influências da heterogeneidade espacial nos processos bióticos e abióticos e o manejo da heterogeneidade espacial (RISSER et al., 1984); uma ciência interdisciplinar que lida com as interações entre sociedade humana e seu espaço de vida natural e construído (NAVEH e LIEBERMAN, 1994).

A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades, animais e plantas sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas. Até recentemente, no entanto, isto era feito apenas em documentos e mapas em papel; isto impedia uma análise que combinasse diversos mapas e dados. Com o desenvolvimento simultâneo da tecnologia de informática a partir da segunda metade do século XX, tornou-se possível armazenar e representar as informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o aparecimento do Geoprocessamento.

O termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. Uma das ferramentas computacionais mais utilizadas para o Geoprocessamento, são os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que permitem realizar análises complexas, como criar bancos de dados georreferenciados e integrar dados de diversas fontes. O SIG torna ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos. Segundo ROCHA (2000), o SIG permite conexões entre diferentes atividades, baseado em sua proximidade geográfica. De modo simplificado, um SIG combina diversos níveis de informação sobre um lugar fornecendo-lhe uma melhor compreensão sobre o mesmo.

Vários trabalhos foram realizados empregando recursos da ecologia da paisagem e do Geoprocessamento, para auxiliar na quantificação de áreas florestais e para o manejo de áreas agrícolas e naturais. ZHOU e CIVCO (1996) classificaram o processo de decisão auxiliado pelo SIG em dois procedimentos: sobreposição de mapas temáticos e análise de decisão multicriterial. FERRAZ e VETTORAZZI (1998) também utilizaram o método de sobreposição, utilizados para associar vários fatores espaciais para determinação das principais áreas de risco de incêndios florestais, auxiliando a decisão de alocação de recursos e manejo diferenciado na área de estudo.

VALENTE e VETTORAZZI (2002) analisaram a estrutura florestal da Bacia do Rio Corumbataí, levando em consideração sua divisão em sub-bacias, definindo o seu padrão de fragmentação florestal, com base nos índices de Ecologia da Paisagem, em nível de classe, e concluíram que os índices de ecologia da paisagem, em nível de classe de uso e ocupação, quando avaliados conjuntamente, permitiram a análise da estrutura florestal da bacia de maneira satisfatória.

ZANG et al. (2007) utilizaram técnicas de estatísticas proporcionadas pelo Fragstats junto com imagens geradas pelo CBERS-2, na avaliação da cobertura arbórea na bacia hidrográfica do Rio da Várzea, localizada no Rio Grande do Sul. Concluíram que aproximadamente 15% da cobertura arbórea se concentram em quatro reservas, uma florestal e três indígenas. Foram identificados mais de 90.000 fragmentos de mata com uma área média de 2,8 ha. REMPEL et al. (2008) apresentaram proposta metodológica objetiva mostrando um caso de aplicação de ecologia de paisagem, em mesoescala, para qualificar o zoneamento ambiental proposto pela legislação vigentes, para região político-administrativa do Vale do Taquari.

Este trabalho teve como objetivo analisar a evolução da paisagem do município de Lucena-PB, enfocando a cobertura vegetal desta região, utilizando recursos de métricas da paisagem e técnicas de Geoprocessamento. O critério para análise da cobertura vegetal foi baseado na teoria da Ecologia da Paisagem, onde a cobertura vegetal será abordada sob o ponto de vista ecológico e geográfico.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Área de Estudo

O município de Lucena está localizado no litoral norte paraibano, e seu ponto central tem as coordenadas: 6°54'12" Latitude Sul e 34°51'30" Longitude Oeste (Figura 1). Possui uma população de aproximadamente 15 mil habitantes, distribuídos em uma área equivalente a 92,4 km², o que corresponde a 0,16% da área total do território paraibano. Devido às alterações ocorridas nos últimos anos nesse município e o desordenado processo de ocupação do uso do solo, principalmente relacionadas com a degradação da cobertura vegetal devido ao avanço de culturas como a cana-de-açúcar e coco, resultando assim um processo de diminuição da biodiversidade do município, a

intensificação das ações antrópicas no meio ambiente esta modificando a paisagem natural por outros usos do solo. As potencialidades do uso do solo, em termos da conversão de habitats naturais em áreas agrícolas, pastagens ou áreas urbanas, têm sido consideradas a principal forma de impacto ambiental decorrente das atividades humanas. A forma de uso da terra está relacionada com alterações nas interações bióticas e com a disponibilidade dos recursos nos ecossistemas, determinando uma série de problemas ambientais em âmbito local e regional (MATSON et al., 1997).

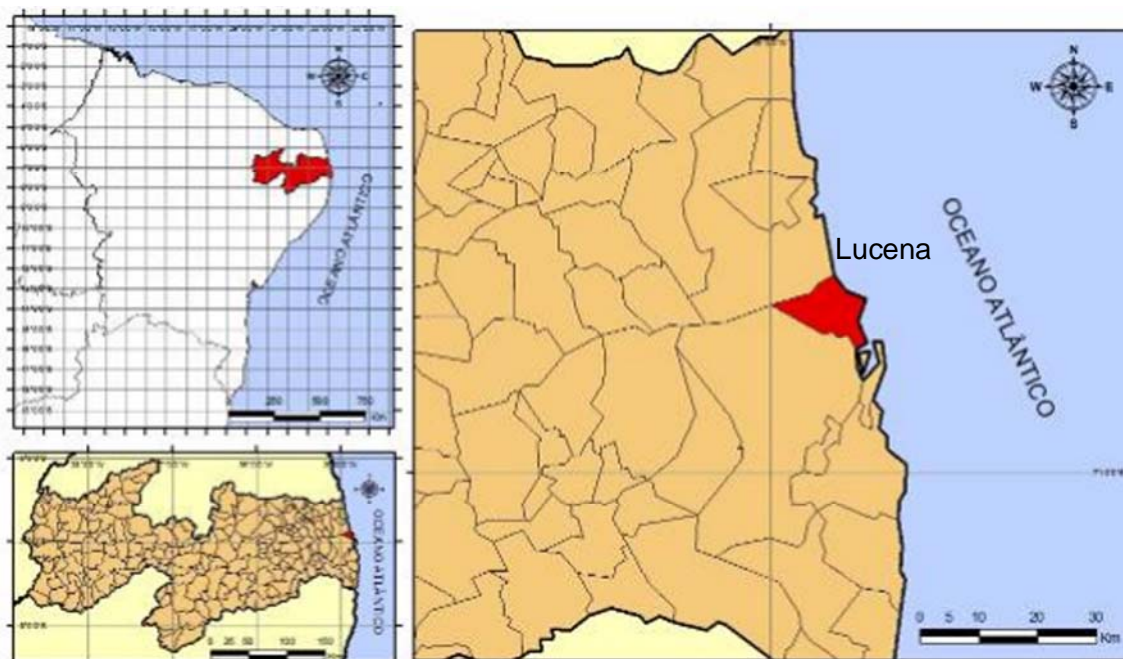


Figura 1 - Localização geográfica do Município de Lucena no Estado da Paraíba.

Sobre a Ecologia da Paisagem

As definições da Ecologia da Paisagem variam em função da abordagem (geográfica ou ecológica) e dos autores. A ecologia da paisagem é entendida como: o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas composta por ecossistemas interativos (FORMAN e GORDON, 1986); a investigação da estrutura e funcionamento de ecossistemas na escala da paisagem; uma área de conhecimento que dá ênfase às escalas espaciais amplas e aos efeitos ecológicos do padrão de distribuição espacial dos ecossistemas (TURNER, 1989); uma forma de considerar a heterogeneidade ambiental em termos espacialmente explícitos (WIENS et al., 1993); uma área do conhecimento que considera o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, as interações e trocas espaciais e temporais através de paisagens heterogêneas, as influências da heterogeneidade espacial nos processos bióticos e abióticos e o manejo da heterogeneidade espacial (RISSER et al., 1984); uma ciência interdisciplinar que lida com as interações entre sociedade humana e seu espaço de vida natural e construído (NAVEH e LIEBERMAN, 1994).

A Ciência da Paisagem é definida pela União Geográfica Internacional, como disciplina científica que estuda a paisagem, percorreu as seguintes etapas (ROUGERIE e BEROUTCHATCHVILI, 1991):

- Gênese (1850-1920): onde surgem as principais idéias físico-geográficas sobre a interação dos fenômenos naturais e as primeiras formulações da paisagem como noção científica.
- Desenvolvimento bio-geomorfológico (1920–1930): em que, pela influencia de outras ciências, são desenvolvidas as noções de interação entre componentes da paisagem.
- Estabelecimento da concepção físico-geográfico (1930–1955): quando são desenvolvidos os conceitos sobre a diferenciação em pequena escala das paisagens (zonalidade, regionalização).
- Análise da estrutura-morfológica (1955–1970): a atenção principal volta-se para a análise dos problemas de nível regional e local (taxonomia, classificação e cartografia).
- Análise funcional (1970–até hoje): onde são introduzidos os métodos.
- Integração geocológica (1985-até hoje): a atenção principal volta-se para inter-relação dos aspectos estrutural-espacial e dinâmico-funcional das paisagens e a integração em uma mesma direção científica (geocológica ou ecogeografia) das concepções biológicas e geográficas sobre a paisagem.

Paisagem como aspecto externo de uma área ou território: considerando-se a paisagem como uma imagem que representa uma ou outra qualidade e que se associa à interpretação estética, resultado de percepções diversas.

- Paisagem como formação natural: formulada pela inter-relação de componentes e elementos naturais. Neste sentido existem três grupos de concepções, a saber: a) Conceito de gênero de qualquer nível, utilizando-se como homólogos os termos: complexo territorial natural, geocomplexo ou geossistema natural; b) Interpretação regional, que concebe a paisagem como uma das unidades taxionômicas (geralmente região) da regionalização físico-geográfica; c) Interpretação tipológica, que concebe a paisagem como um território com traços comuns, que distingue-se pela semelhança.
- Paisagem como formação antroponatural: consistindo num sistema territorial composto por elementos naturais e antroponaturalmente condicionados socialmente, que modificam ou transformam as propriedades das paisagens naturais originais. Forma-se, ainda, por complexos ou paisagens naturais, antroponaturais e antrópicas, e que se conhece também como paisagens atuais ou contemporâneas.

Dentro de uma abordagem geográfica da ecologia da paisagem, o mosaico heterogêneo estará sendo visto através dos olhos do homem, de suas necessidades, anseios e planos de ocupação territorial. Como o homem atua em grandes extensões de seu território, neste caso a ecologia da paisagem lida obrigatoriamente com escalas espaciais e temporais.

Sendo uma abordagem ecológica o mosaico é considerado como um conjunto de habitats que apresentam condições mais ou menos favoráveis para a espécie ou a comunidade estudada.

Cada paisagem é resultante de um processo de evolução específico, propiciada por fatores antrópicos, geológicos, processos fisiográficos, antecedentes climáticos, e variação temporal. Sendo assim, a composição da paisagem é um somatório de influências naturais e de ações humanas num determinado tempo.

A paisagem é composta por uma serie de elementos. Na abordagem utilizada por McGARIGAL e MARKS (1995), o fragmento é o elemento básico e a paisagem é formada por um mosaico de fragmentos, que são elementos dinâmicos que ocorrem em várias escalas espaciais e temporais e são áreas não lineares que diferem como discontinuidades do padrão do seu entorno. O estudo da dinâmica da paisagem centraliza-se na análise do comportamento dos fragmentos. Destes elementos o mais extensivo e conectado é a matriz, que exerce o papel dominante no funcionamento da paisagem. Por exemplo, uma floresta tropical constitui uma matriz, pois é maior em área de extensão e mais interconectada, e exerce uma influência dominante na flora, fauna e nos processos ecológicos da região (McGARIGAL e MARKS, 1995).

Em geral a Ecologia da Paisagem é uma área de conhecimento que considera o desenvolvimento e a dinâmica de heterogeneidade espacial (SILVA e SILVA, 2011). Com o uso das tecnologias de Geoprocessamento, pode-se fazer uma análise temporal através de diferentes produtos cartográficos e de sensoriamento remoto. O processo de classificação das imagens é feito através de um SIG (Sistema de Informações Geográficas). O trabalho levou em consideração intervalos temporal, para que os dados de saída sejam analisados, e por fim podemos identificar as mudanças que ocorreram no período.

Com os índices da ecologia da paisagem, podemos analisar atributos do planeta como componentes de ecossistemas e também os processos que influenciam esses componentes. Temos uma grande variedade de índices da Ecologia da Paisagem, sendo assim, área: que quantificam a composição da paisagem, segundo FORMAN e GORDON (1986), citam que a área de um fragmento da paisagem é um das mais importantes informações da paisagem, sendo essa a base para o cálculo dos outros índices. Assim, através da fragmentação podemos identificar se uma determinada cobertura vegetal foi degradada ao longo de um determinado período de tempo.

Mapeamento do Uso do Solo

O mapeamento do uso e ocupação do solo para o ano de 1970 foi realizado com base nas Cartas Topográficas da SUDENE, com escala de 1:25.000. A região de estudo está inserida em três cartas topográficas, são elas: Cabedelo (Folha SB.25-Y-A-VI-3-SE), Barra de Mamanguape (Folha SB.25-Y-A-VI-3-NO), e Rio Soé (Folha SB.25-Y-A-VI-3-SO). As cartas topográficas foram georreferenciadas e em seguida criado o mosaico com todas as imagens em ambiente CAD. Após a construção do mosaico das imagens da área de estudo, as cartas passaram pelo processo de vetorização, ou seja, cada uso e ocupação do solo identificado no mosaico foram transformados em polígonos referentes a cada classe temática. Após a vetorização as cartas foram importadas para o Spring[®] (CÂMARA et al., 1996), a fim de se proceder a classificação dos polígonos de acordo com as informações contidas nas cartas.

No mapeamento do uso e ocupação do solo para o ano de 2005, foram utilizadas imagens de satélite de alta resolução espacial obtidas pelo satélite DigitalGlobe, com de resolução espacial de 60 cm, disponibilizadas pelo Google Earth[®]. Os procedimentos de georeferenciamento e vetorização dos objetos espaciais identificados na imagem também foram realizados no Spring. Em seguida, foi realizada a classificação da imagem, utilizando técnicas de interpretação de imagens, para elaboração do mapa de uso e ocupação do solo do ano de 2005. Após a classificação do uso e ocupação do solo de ambos os períodos estudados, as informações foram exportadas em formato ASCII para o Fragstats[®], para a determinação das métricas da paisagem e a análise da ecologia de paisagem da região.

O Fragstats e os Parâmetros Métricos

O Fragstats é um programa de análise espacial padrão para mapas categóricos. O tema da paisagem para análise é definida pelo usuário e pode representar qualquer fenômeno espacial. O Fragstats quantifica a extensão de área e configuração espacial das classes dentro de uma paisagem. Com isso, pode-se estabelecer uma base sólida para a definição e dimensionamento da paisagem (incluindo a extensão e o grão da paisagem) e do regime em que os remendos são classificados e delineados.

O programa Fragstats proporciona diversas métricas agrupadas em: de área/densidade/orla, forma, área de núcleo, proximidade e isolamento, contraste, contágio/difusão, diversidade e conectividade. Elas podem ser agrupadas ainda em: de mancha, de classe e de paisagem (COUTO, 2004). A análise da complexidade espacial e ecológica de fragmentos de mata no Município de Lucena foi baseada a partir da elaboração de mapas temáticos relacionados à dinâmica do uso e ocupação do solo para o período de 1970 a 2005, cujas etapas são descritas no modelo operacional apresentado na Figura 2.

Com os índices da Ecologia da Paisagem, podemos analisar atributos do planeta como componentes de ecossistemas e também os processos que influenciam esses

componentes. Temos uma grande variedade de índices da Ecologia da Paisagem, sendo assim, área: que quantificam a composição da paisagem, segundo FORMAN e GORDON (1986), citam que a área de um fragmento da paisagem é um das mais importantes informações da paisagem, sendo essa a base para o cálculo dos outros índices. Ou seja, através da fragmentação podemos identificar se uma determinada cobertura vegetal foi degradada ao longo de um determinado período de tempo.

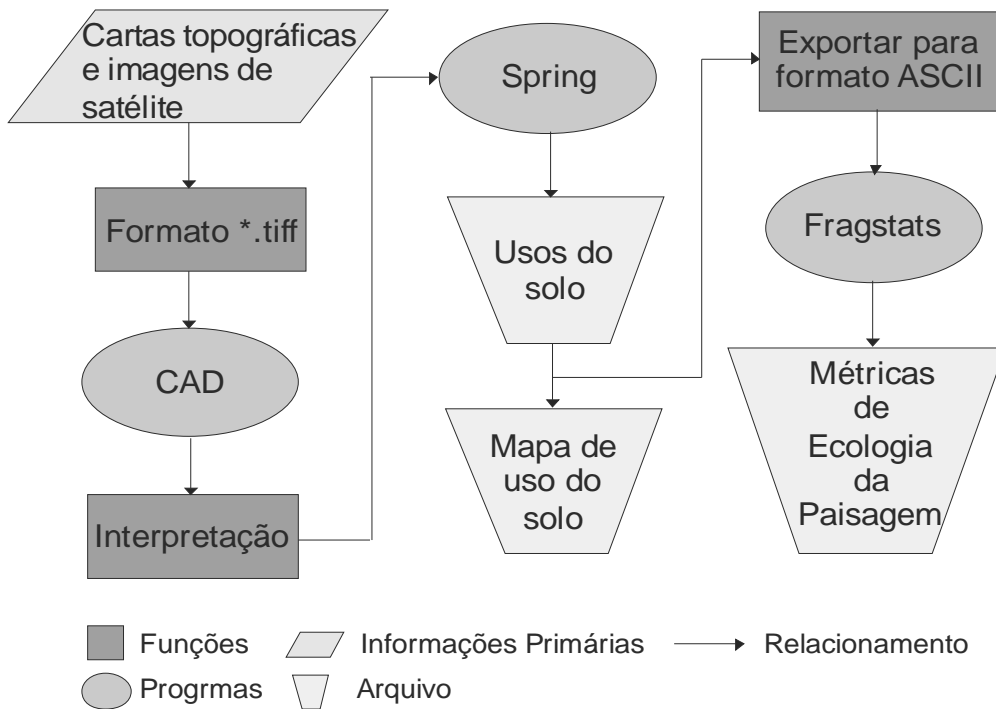


Figura 2 - Descrição das etapas para a elaboração e análise dos mapas temáticos, visando a análise da paisagem.

Os parâmetros métricos para os fragmentos florestais utilizados no presente trabalho, gerados pelo Fragstats, foram: tamanho dos fragmentos (CA); Porcentagem da paisagem com área de interior (PLAND); número de fragmentos de classe em 100 ha da paisagem (%) (NP); Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento (%) (LPI); Tamanho médio dos fragmentos (ha) (AREA-MN); Índice de forma médio (≥ 1 , sem limite) (SHAPE-MN); e Distância média do fragmento mais próximo (m) (ENN-MN); e o índice de densidade de cada classe (PD) (McGARIGAL et al., 2002), como descritos a seguir:

a. Índice C_A : área total da classe (ha), obtido pelo somatório de todas as manchas de mesma classe temática existente.

$$C_A = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10.000} \right) \quad (1)$$

sendo a_{ij} a área de cada classe temática.

b. Índice PLAND: Este índice é adquirido através do somatório de todas as áreas de manchas de mesmo tipo, dividido pela área total da paisagem (%).

$$P_{LAND} = P_i \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \times 100 \quad (2)$$

sendo P_i a proporção da classe ocupada na paisagem em porcentagem, a_{ij} as áreas de cada classe, e A a área total da área de estudo (ha).

Para o cálculo do índice P_{LAND} é necessário que o usuário informe uma determinada faixa de borda. O valor utilizado neste trabalho foi de 5 metros, o que representa 5 pixels (resolução espacial das imagens utilizadas é de 1 metro). A área sob efeito de borda é bastante complexa de se estimar, já que depende das condições do meio, da espécie avaliada e fatores ecológicos considerados. O valor do efeito de borda utilizado neste trabalho foi levado em consideração somente a condição do meio, já que não se tem por objetivo estudar nenhuma espécie específica e por não ter dados ecológicos, como temperatura, insolação, vento, umidade de toda a área de estudo (McGARIGAL et al., 2002).

c. Índice N_p : este índice é obtido pelo número de fragmentos existentes em cada classe de uso do solo, sendo utilizado para detectar se a classe sofreu alterações em relação à fragmentação espacial.

$$N_p = n_i \quad (3)$$

onde n_i é o número de fragmentos de cada classe temática.

d. Índice P_D : Número de fragmentos de mesma classe, ou seja, o índice de densidade de cada classe. Este índice é dividido pela área total da paisagem, para se obter o percentual de manchas de mesma classe por cada 100 ha.

$$P_D = \frac{n_i}{A} \times 1.000.000 \quad (4)$$

sendo n_i o número de fragmentos de cada classe, e A o total da paisagem em m^2 .

e. Índice L_{PI} : este índice calcula a porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento (%) em relação com a área total.

$$L_{PI} = \frac{A_{mf}}{A} \times 100 \quad (5)$$

sendo A_{mf} a área ocupada pelo maior fragmento de cada classe temática (ha), e A a área total da área de estudo (ha).

f. Índice T_{CA} : é a soma das áreas centrais de cada classe correspondente, dividido por 10.000 para converter em hectares.

$$T_{CA} = \sum_{j=1}^m Ac_{ij} \left(\frac{1}{10.000} \right) \quad (6)$$

sendo Ac_{ij} a área central total em hectares de cada classe.

g. Índice S_{MN} : é o índice de forma dos fragmentos, é amplamente utilizado na pesquisa em Ecologia da Paisagem. Conforme McGARIGAL et al. (2002) e REMPEL et al. (2008), este índice baseia-se na relação entre o perímetro e a área dos fragmentos de mata da paisagem, medindo a complexidade de forma dos fragmentos em função de uma forma padrão. Neste trabalho, a forma básica é um quadrado, em virtude da utilização da imagem em formato matricial. O índice de forma sempre será igual ou maior que 1, e aumenta, de forma ilimitada, à medida que a irregularidade da forma dos fragmentos for aumentando.

Deve-se ressaltar que quanto mais distante os fragmentos estiverem da forma básica, mais recortado ele se torna, sendo mais suscetível ao efeito de borda. O formato do fragmento define primordialmente a composição das espécies em seu interior, pois formas isodiamétricas (círculo perfeito) têm uma relação maior de espécies de interior do que aquelas que tendem ao retângulo, que podem chegar ao extremo de possuírem somente espécies de borda. Fragmentos com formas mais alongadas tendem a servir como corredores para espécies e fragmentos com forma mais circular tendem a apresentar uma diversidade de espécies no interior maior (REMPEL et al., 2008).

h. $C_{p_{LAND}}$: é o percentual da paisagem composta de áreas de núcleos de cada classe temática.

$$C_{p_{LAND}} = \frac{\sum_{j=1}^n AC_{ij}}{A} \times 100 \quad (7)$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através do emprego de ferramentas de Geoprocessamento e de técnicas de métrica da paisagem usando o Fragstats, foi possível obter os dados referentes a evolução das área de vegetação no Município de Lucena no período entre 1970 e 2005. A Tabela 1 apresenta os resultados dos índices calculados para as áreas de vegetação para o período analisado. De acordo com a Tabela 1, pode-se constatar que o as áreas de Mangues tiveram decréscimo de sua área (índice C_A) entre 1970 e 2005, de 801,32 ha para 507,69 ha; enquanto as áreas de Matas tiveram redução de 2.154,57 ha em 1970, para 769,43 ha em 2005. Essa redução da cobertura vegetal também foi constatada na classe Outras Vegetações, que também tiveram perda de 3.297,26 ha, para 1.658,61 ha de área total.

Percebe-se que o número de fragmentos existentes em cada classe (N_p) aumentou em todas as classes, sendo a mais significativa nas classes de Mata e Outras Vegetações, aumentando de 10 e 8 em 1970, para 32 e 26 em 2005, respectivamente. No que tange o índice que mede o percentual total da área de cada cobertura vegetal (P_{LAND}), nota-se que ocorreu redução em todas as classes de vegetação existentes em Lucena, sendo mais significativas as reduções também nas classes de Mata e Outras Vegetações, diminuindo de 23,37 e 35,76 em 1970, para 8,81 e 19,00 em 2005, respectivamente.

Tabela 1 - Índices de métrica da paisagem calculados para todas as áreas de vegetação existentes entre 1970 e 2005

Índices	1970			2005		
	Mangue	Mata	Outras Vegetações	Mangue	Mata	Outras Vegetações
C _A (ha)	801,32	2.154,57	3.297,26	507,69	769,43	1.658,61
P _{LAND} (%)	8,69	23,37	35,76	5,81	8,81	19,00
N _P	9	10	8	11	32	26
P _D	0,10	0,11	0,09	0,13	0,37	0,30
L _{PI}	9,47	7,34	7,83	8,09	10,30	12,24
T _{CA}	234,74	1.234,80	2.052,59	1,32	7,94	1,73
AREA _{MN}	890.356	2.154.570	4.121.575	461.536	637.927	240.447
Cp _{LAND} (%)	2,55	13,39	22,26	23,00	37,00	24,00

A Tabela 2 mostra as variações dos índices de métrica da paisagem calculados para todas as áreas de vegetação existentes entre 1970 e 2005. Destaca-se que as áreas de Mangue e de Mata tiveram redução de -36,64% e -64,29 de sua área total, respectivamente. O número de fragmentos de Mata e Outras Vegetações aumentaram mais de 200%. Esse aumento do número de fragmentos e perdas de área de cobertura vegetal, em parte pode ser explicado, devido ao fato do aumento de áreas agrícolas na região (SILVA e SILVA, 2011).

Tabela 2 - Variações dos índices de métrica da paisagem calculados para todas as áreas de vegetação existentes entre 1970 e 2005

Índices	Variação (%)		
	Mangue	Mata	Outras Vegetações
C _A (ha)	-36,64	-64,29	-49,70
N _P	22,22	220,00	225,00
P _D	30,00	236,36	233,33
L _{SI}	-14,57	40,33	56,32
T _{CA}	-99,44	-99,36	-99,92
AREA _{MN}	-48,16	-70,39	-94,17

Para VALENTE e VETTORAZZI (2002) a predominância das culturas agrícolas, em uma área, leva à diminuição da área ocupada por florestas nativas e contribui para o processo de fragmentação florestal. Pode-se concluir que a ação do homem não estava tão acentuada, uma vez que as atividades desenvolvidas pela população dos pequenos povoados eram de pesca e coleta de crustáceos, assim, a paisagem não sofria grande impacto da ação antrópica, diferentemente para o período de 2005, onde se constatou

uma sensível redução das áreas de matas e cerrado, em detrimento do aumento das áreas de culturas, com destaque para a cana-de-açúcar.

O predomínio da cana-de-açúcar na paisagem do litoral nordestino foi uma constante, do início da colonização aos dias atuais. Porém, a forma como se organizou nem sempre foi a mesma. O aumento da área plantada com cana-de-açúcar, a exemplo do que ocorreu em toda fachada do litoral do nordeste brasileiro, baseou-se na produção açucareira destinada ao mercado externo, influenciado por programas governamentais de incentivos fiscais como o Pró-álcool (MOREIRA e TARGINO, 1997).

As Figuras 3 e 4 apresentam o mapeamento do uso e ocupação do solo do Município de Lucena nos dois períodos estudados, 1970 e 2005, respectivamente. A partir destes produtos, tem-se uma ideia geral das alterações ocorridas na região. Percebe-se na Figura 3, que em 1970 existiam grandes manchas de mata atlântica, áreas de cerrado e culturas, com destaque para as plantações de cana-de-açúcar e coco. Entretanto, essa configuração da paisagem altera-se em 2005 (Figura 4), quando se observa uma mudança drástica na paisagem em relação às áreas de matas. A diminuição das áreas de matas e cerrado próximas à costa, sofreram influência, ou seja, foram substituídas por aglomerados urbanos, devido ao fato do intenso processo de urbanização, aumentando assim, os impactos nessas áreas (SILVA e SILVA, 2011).

Pode-se detectar também em 2005, uma prática que até então não existia no município, a carcinicultura. A carcinicultura é a técnica de criação de camarões em grandes viveiros, muito desenvolvida, atualmente, no litoral brasileiro. As áreas de carcinicultura estão localizadas basicamente na parte sudeste do município. Pode-se destacar que no período analisado entre 1970 e 2005, a paisagem do município de Lucena foi sensivelmente modificada, onde áreas de matas foram substituídas, afetando diretamente a fauna local, diminuindo a biodiversidade da fauna e da flora, e aumentando as áreas susceptíveis aos processos de erosão com a exposição dos solos e pela retirada de cobertura vegetal nativa da região.

A Figura 5 mostra a espacialização das áreas de Matas existentes no Município de Lucena entre 1970 e 2005. A partir desta figura, percebe-se uma significativa redução da área total da classe de Mata, como apresentado anteriormente. Esta classe também apresentou o maior número de fragmentos do que as outras classes de cobertura vegetal, tanto em 1970 quanto em 2005.

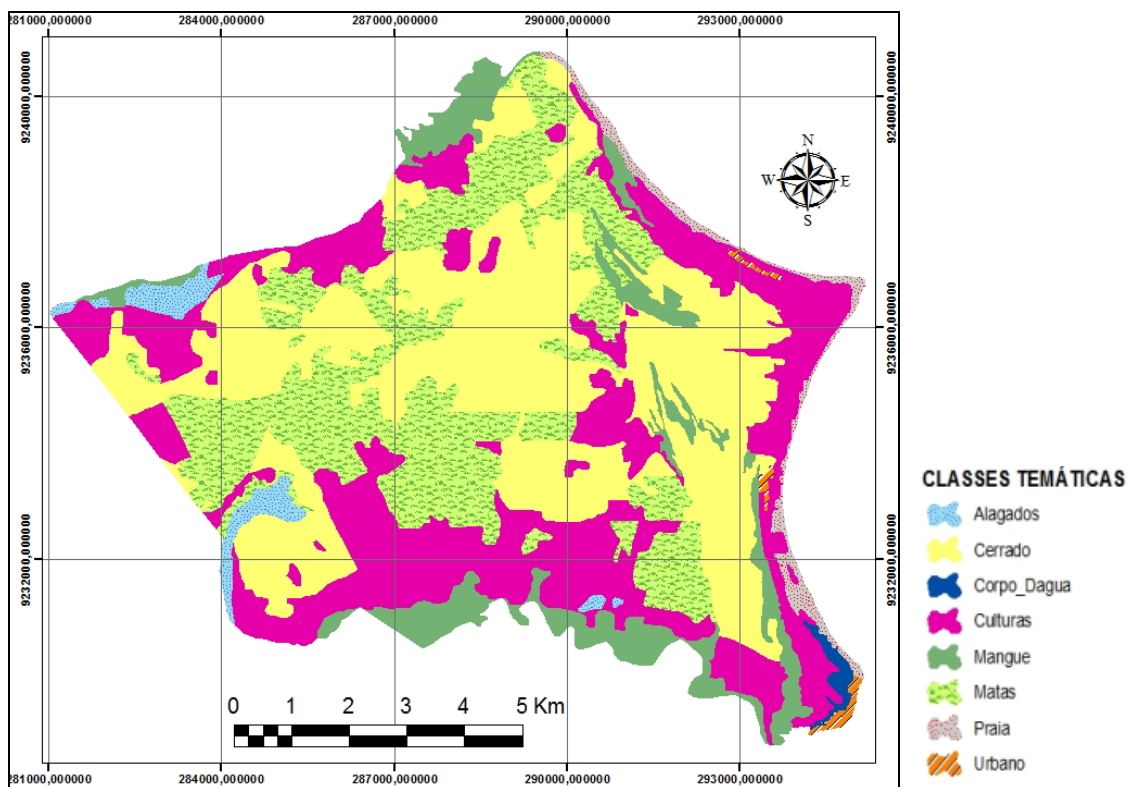


Figura 3 - Uso e ocupação do solo do Município de Lucena em 1970.

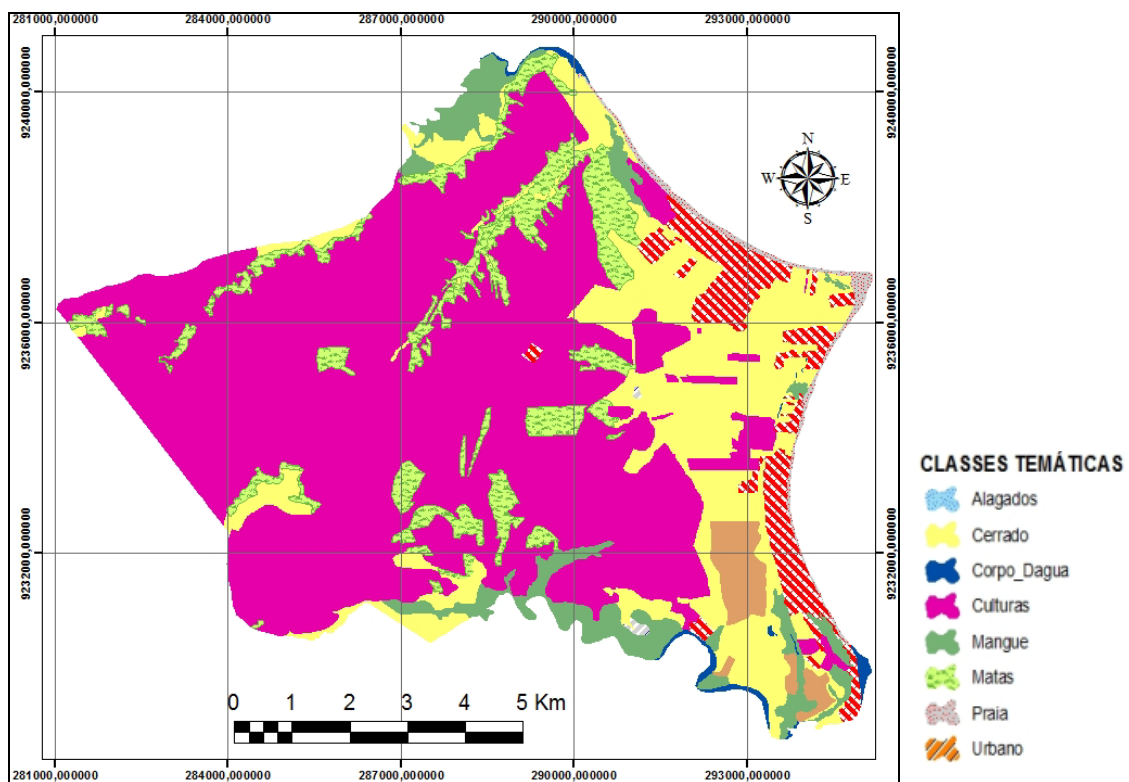


Figura 4 - Uso e ocupação do solo do Município de Lucena em 2005.

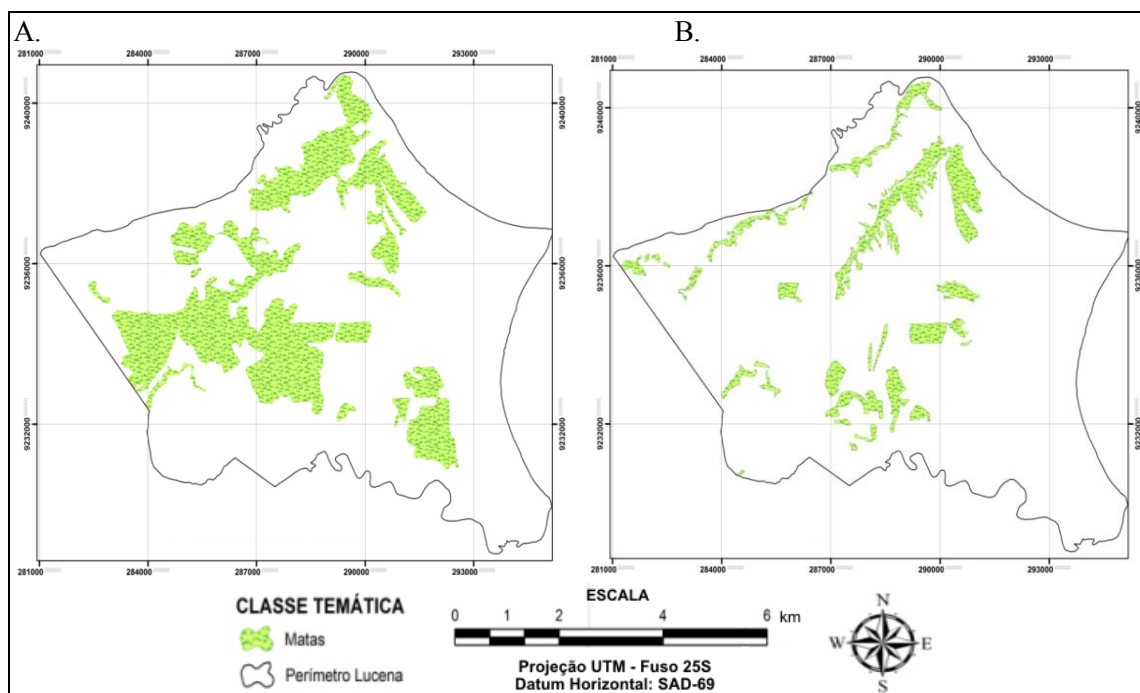


Figura 5 - Áreas de matas existentes em Lucena em: (A) 1970 e (B) 2005.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho analisou as perdas das áreas de vegetação no Município de Lucena entre 1970 e 2005, empregando técnicas de SIG, Sensoriamento Remoto e Ecologia da Paisagem, visando a análise e quantificação da cobertura vegetal.

Através da análise referente às áreas de mata observa-se que o impacto ambiental foi notadamente forte. Existia em 1970 cerca de 2.154,57 ha de matas no município de Lucena, caindo para 769,43 ha em 2005, ou seja, uma redução de 1.385,1 ha de áreas de mata, ocorrida em 35 anos. Essa degradação ambiental pode ser explicada pela substituição dessas áreas por outros usos do solo, como por exemplo, áreas de pastagem e agricultura. Com isso quase todas as áreas de mata foram afetadas por essa mudança, sugerindo que além de reconversão de uso, natural para pastagens e o agrícola houve também desmatamento.

A ocupação das áreas de mata em termos de porcentagem diminuiu de 23% para 19% da área total do município. Percebe-se ainda, que houve também além da perda de área vegetal, uma maior fragmentação de áreas de matas. Foram detectados em 1970, 10 fragmentos na paisagem, já em 2005, encontrou-se 26 fragmentos. Em termos de porcentagem por 100 ha, esse índice aumentou de 0,10% para 0,12% no município. A porcentagem do maior fragmento de mata na região estudada passou de 12% para 13%, caracterizando um crescimento no tamanho do maior fragmento encontrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CÂMARA, G., SOUZA, R.C.M., FREITAS, U.M., GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. *Computers & Graphics*, v. 20, n. 4, p. 395-403, 1996.
- COUTO, P. Análise factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em Fragstats. *Investigação Operacional*, v. 24, n.1, p. 109-137, 2004.
- FERRAZ, S.F.B., VETTORAZZI, C.A. Mapeamento de risco de incêndios florestais por meio de um sistema de informações geográficas. *Scientia Forestalis*, v. 53, n.1, p. 39-48, 1998.
- FORMAN, R.T.T, GORDON, M. *Landscape ecology*. New York: John Wiley, 1986. 619p.
- MATSON, P.A., PARTON, W.J., POWER, A.G, SWIFT, M.J. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, v. 277, n. 6, p. 504-509, 1997.
- MCGARIGAL, K., CUSHMAN, S.A., NEEL, M.C., ENE, E. Fragstats: spatial pattern analysis program for categorical maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponível em: www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html. Acessado em: outubro de 2009.
- McGARIGAL, K., MARKS, B.J. Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122 p.
- MOREIRA, E., TARGINO, I. Capítulos de geografia agrária da Paraíba. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, João Pessoa, 1997.
- NAVEH, Z., LIEBERMAN, A.S. *Landscape Ecology – Theory and Application*. New York / Berlin / Heidelberg / Tokyo: Springer Series on Environmental Management, 1984.
- REMPEL, C., GUERRA, T., PORTO, M.L., PÉRICO, E., ECKHARDT, R.R.E., CEMIN, G. A ecologia da paisagem como base para o zoneamento ambiental da região político-administrativa – Vale do Taquari – RS – Brasil – um modelo de proposta metodológica. *GeoFocus*, v. 9, n.2 , p. 102-125, 2008.
- RISSER, P.G., KARR, J.R., FORMAN, R.T.T. Landscape ecology, direction and approaches. *Illinois Natural History Surveys. Special Publications*, 2, p. 1-18, 1984.
- ROCHA, C.H.B. *Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar*. Juiz de Fora: Ed. do autor, 2000. 220p.
- ROUGERIE, G, BEROUTCHACHVILI, N. *Géosystèmes et Paysages – Bilan et Méthodes*. Armand Colin, Paris, 1991. 302p.

SILVA, V.C.L.; SILVA, R.M. Análise da cobertura vegetal em Lucena entre 1970/2005 usando Ecologia da Paisagem, SIG e Sensoriamento Remoto. *Caminhos de Geografia (UFU)*, v. 12, n. 37, p. 8-20, 2011.

TURNER, M.G. Landscape ecology. The effect of pattern on process. *Annual review of ecology and systematic*, v.20, n.2, p. 171-197, 1989.

VALENTE, R.O.A., VETTORAZZI, C. A. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP. *Scientia Forestalis*. v. 62, n. 2, p. 114-129, 2002.

WIENS, J.A., STENSETH, N.C., VAN HORNE, B., IMS, R.A. Ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos*, v. 66, p. 369-380, 1993.

ZANG, N., TONIAL, T.M., RITTERBUCH, M.A. Análise dos Fragmentos da Cobertura Arbórea na Bacia do Rio da Várzea utilizando imagens CBERS-2 e Fragstats. *Anais do XIII do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE*, p. 1219-1225.

ZHOU, J., CIVCO, D.L. Using genetic learning neural networks for spatial decision making in GIS. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, v. 62, n. 11, p. 1287-1295, 1996.